تأثیر بعضی از عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه، میزان روغن و سایر صفات زراعی دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.) در اصفهان

قدرت‌اله سعیدی* و آزاده صدقی[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۱۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر جداگانه و توأم عناصر غذایی N، P، K، Fe، Zn و Mn بر عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی کلزا (*Brassica napus* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. در این آزمایش که به‌صورت کرت‌های خرد شده انجام شد، تأثیر یازده تیمار کودی به‌عنوان فاکتور اصلی بر صفات زراعی دو رقم کلزا شامل اکاپی و زرفام به‌عنوان فاکتور فرعی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری را بر تعداد روز تا رسیدگی نداشتند. استفاده از Fe + NPK به‌طور معنی‌داری موجب افزایش ارتفاع بوته درهر دو رقم گردید. اثر تیمارهای کودی بر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود. تیمارهای کودی N، P، NP،K و NK به‌طور معنی‌دار موجب افزایش وزن هزار دانه در رقم اکاپی شد، ولی Fe + NPK موجب کاهش معنی‌دار این صفت و افزایش غیر معنی‌دار تعداد دانه در غلاف در رقم زرفام گردید. تیمارهای کودی N، NPK و Fe + NPK نیز به‌ترتیب موجب افزایش ۱۳، ۷ و۴۳ درصد عملکرد دانه گردید. براساس متوسط دو رقم، استفاده از نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار درصد روغن دانه شد ولی اثر متقابل معنی‌دار بین ارقام و تیمارهای کودی نشان داد که استفاده از K و NP موجب کاهش معنی‌دار درصد روغن در رقم زرفام گردید. تیمارهای کودی N، NPK وFe + NPK تأثیر بیشتری را بر درصد روغن دانه و عملکرد روغن داشتند، به‌طوری‌که میانگین درصد روغن دانه و عملکرد روغن در تیمارهای شاهد، N، NPK و Fe + NPK به‌ترتیب برابر ۷/ ۳۹، ۴۱/۷، ۳۹/۴ و ۳۹/۸ درصد و ۶۸۱/۱، ۸۱۶/۴، ۷۳۰/۲ و ۹۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار بود که نشان می‌دهد استفاده از N و Fe موجب افزایش عملکرد دانه و روغن در هر دو رقم شده است. استفاده از کودهای دارای Zn و Mn نیز اثر معنی‌داری را بر عملکرد و میزان روغن دانه نداشت. در این مطالعه تغییرات عملکرد دانه و روغن اساساً و به‌ترتیب ناشی از تغییرات تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه بود. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد استفاده از N و Fe در شرایط اقلیمی و خاکی مشابه با این منطقه می‌تواند از لحاظ اقتصادی دارای اهمیت و موجب افزایش عملکرد دانه و روغن در کلزا شود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، عناصر غذایی، عملکرد دانه، روغن دانه

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان یکی از گیاهان دانه روغنی مهم در مناطق معتدل دارای طیف نسبتاً وسیعی از سازگاری اقلیمی است. دانه کلزا دارای ۲۵ تا ۵۵ درصد روغن، ۱۸ تا ۲۴ درصد پروتئین و ۱۲ تا ۲۰ درصد پوسته است (۲)، بنابراین دو فراورده مهم آن روغن و کنجاله حاصل از روغن کشی دانه‌ها

۱. به ترتیب دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: gsaeidi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]

است. بعضی از ارقام کلزا که در گروه کانولا قرار دارند، دارای کمتر از ۳۰ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله بوده و روغن دانه آنها دارای مقدار زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع و حدود ۲ درصد یا کمتر اسید اروسیک می‌باشند و روغن آنها به‌صورت خوراکی مصرف می شود (۲). روغن کلزا در صنایع مختلف از جمله صابون‌سازی و تولید مواد دارویی و آرایشی نیز استفاده دارد و کنجاله آن با حدود ۴۴ – ۳۴ درصد پروتئین جهت تغذیه دام و طیور استفاده می‌شود.

افزایش تولید در واحد سطح و کیفیت محصولات زراعی از لحاظ اقتصادی دارای اهمیت بسیار است و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه‌های مهم مدیریت زراعی جهت رسیدن به این مهم می‌باشد (۴). بعضی عناصر پر مصرف مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مقادیر نسبتاً زیادی مورد نیاز گیاه هستند و در صورت کمبود آنها تولید محصول کاهش می‌یابد (۱ و ۱۷). عناصر غذایی کم مصرف همانند روی و آهن نیز برای رشد گیاهان ضروری هستند و در فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تولید هورمون‌های رشد و تشکیل کلروفیل گیاهی دخالت دارند وکمبود آنها می‌تواند موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً کاهش کمّیت و کیفیت محصول را به‌دنبال داشته باشد (۱).

گیاه کلزا نیاز نسبتاً زیادی به نیتروژن دارد، ولی عکس‌العمل آن به کود، بستگی به شرایط محیطی از جمله شرایط آب و هوایی منطقه، نوع خاک، رطوبت خاک و هم‌چنین ژنوتیپ دارد(۱۶)، بنابراین برای افزایش تولید دانه کلزا، مدیریت صحیح زراعی خصوصاً تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه دارای اهمیت زیادی است.

بررسی تأثیر عناصر غذایی و مصرف کودهای شیمیایی در گیاه کلزا موضوع تحقیقات متعددی در دنیا بوده است، به‌طوری‌که در یک پژوهش استفاده هم‌زمان کودهای دارای نیتروژن و فسفر موجب افزایش معنی‌دارعملکرد دانه آن شده است(۶). هم‌چنین استفاده از کودهای شیمیایی دارای گوگرد و یا نیتروژن به‌صورت جداگانه موجب کاهش عملکرد و میزان روغن دانه، ولی استفاده هم زمان آنها موجب افزایش این صفات در کلزا شده (۱۰ و۱۲) و عملکرد مطلوب در شرایط مصرف۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار حاصل شده است (۱۰). در مطالعه دیگری استفاده از کودهای شیمیایی دارای نیتروژن، فسفر و گوگرد تأثیر معنی‌داری را بر درصد روغن دانه کلزا نداشته است(۹). نتایج بررسی تأثیر مقادیر صفر تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و صفر تا ۳۴ کیلوگرم فسفر بر عملکرد دانه کلزا در مناطق مختلف درکشور استرالیا نیز نشان داد که افزودن نیتروژن و یا فسفر به خاک در بعضی مناطق موجب افزایش عملکرد دانه و یا درصد روغن دانه شده و در بعضی مناطق تأثیری بر این صفات نداشته است(۱۱). در بعضی از مطالعات دیگر نیز استفاده از نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه (۸ و ۱۸)، کاهش درصد روغن دانه (۱۸) و یا کاهش تعداد غلاف در بوته(۱۵) درکلزا شده است. استفاده از کودهای فسفره در کلزا نیز موجب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه (۱۳و۱۵) و مصرف عنصر بر موجب افزایش عملکرد دانه کلزا شده است(۲۰).

با توجه به این‌که توسعه و ترویج کشت کلزا در سال‌های اخیر در کشور از جمله منطقه اصفهان بسیار مورد توجه قرار گرفته، ولی اطلاعات کافی در مورد نیازهای کودی این گیاه در منطقه موجود نمی‌باشد، در ضمن استفاده از کودهای شیمیایی و پاسخ گیاهان به آنها نیز بسیار تابع شرایط محیطی و رقم می‌باشد، بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تأثیر بعضی از عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه و روغن و برخی دیگر از صفات زراعی در دو رقم کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تأثیر یازده تیمار کودی (جدول ۱) بر عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی دو رقم کلزا شامل اکاپی و زرفام و به شکل کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تیمارهای کودی به‌عنوان فاکتور اصلی و ارقام به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

جدول۱. تیمارهای کودی مورد استفاده در آزمایش کلزا

تیمار	عنصر مورد استفاده	شرح تیمار کودی	زمان و نحوه مصرف کود
T_1	شاهد	عدم استفاده از هر نوع کود شیمیایی	ــــــــ
T_2	N	۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره	یک سوم قبل از کاشت با خاک مخلوط شد و دو سوم باقی‌مانده نیز در مرحله شروع گل‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد.
T_3	P	۲۳ کیلوگرم اکسید فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل	قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_4	K	۴۸ کیلوگرم اکسید پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم	قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_5	N+P	$T_2 + T_3$	همانند T_2 و T_3
T_6	N+K	$T_2 + T_4$	همانند T_2 و T_4
T_7	P+K	$T_3 + T_4$	همانند T_3 و T_4
T_8	NPK	$T_2 + T_3 + T_4$	همانند T_2، T_3 و T_4
T_9	NPK+ Fe	T_8 + کود آهن(سکسترین) به میزان ۵۰Kg/ha	همانند T_8 و سکسترون نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_{10}	NPK+ Fe+Zn	T_9 + سولفات روی به میزان ۲۰Kg/ha	همانند T9 و سولفات روی نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_{11}	NPK + Fe+Zn+Mn	T_{10} + سولفات منگنز به میزان ۳۰Kg/ha	همانند T ۱۰ و سولفات منگنز نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

گرفته شد. هر کرت آزمایشی فرعی شامل پنج ردیف کاشت به فواصل ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود. در هر ردیف نیز بذر به‌اندازه کافی و به‌صورت خشکه‌کاری کشت گردید و پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، فواصل بوته‌ها با تنک کردن به ۴ تا ۶ سانتی‌متر تنظیم شد.

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۵ و در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام شد. طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است (۳). خاک مزرعه از گروه تیپیک هاپل آرجید (Typic Haplargid) و دارای بافت لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH ۷/۶ است. نتایج تجزیه عناصر خاک و خصوصیات خاک مزرعه در جدول ۲ نشان داده شده است.

به منظور تهیه بستر بذر، زمین محل آزمایش که در سال قبل آیش بود، در پاییز شخم و قبل از کاشت چند بار دیسک زده شد. کلیه تیمارهای کودی و یک سوم از کود اوره در هر تیمار قبل از کاشت به خاک اضافه و با آن مخلوط شد (جدول ۱). بقیه کود اوره درهر تیمار کودی در شروع مرحله به ساقه رفتن به‌صورت سرک مصرف گردید. برای یک‌نواختی در توزیع کودهای شیمیایی در هر کرت آزمایشی، مقادیر کود مورد نظر با ماسه نرم مخلوط و سپس به آرامی و به‌صورت دستی در کرت‌ها پاشیده شد و سپس با خاک مخلوط گردید. آبیاری به‌صورت سطحی و تا زمان استقرار گیاهچه‌ها هر ۴ روز یک‌بار و طی فصل رشد و بسته به نیاز گیاه با فواصل ۱۱-۸ روز انجام شد.

به‌منظور کنترل علف‌های هرز، قبل از کاشت علف‌کش تریفلورالین (Trifluralin) به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار با خاک مخلوط شد. در طی مراحل اجرای آزمایش نیز به‌صورت دستی با علف‌های هرز باقی‌مانده مبارزه گردید. به‌منظور کنترل آفات مکنده مانند شته‌ها از سم متاسیستوکس و با غلظت ۱/۵ در هزار و چند بار سمپاشی طی دوره رشد گیاه استفاده شد.

در هر کرت آزمایشی، تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی (زمانی‌که حدوداً نیمی از بوته‌های هر کرت به گل رفته بودند) و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، به‌صورت مشاهده‌ای تعیین گردید. رسیدگی فیزیولوژیک زمانی منظور گردید که تقریباً غلاف‌های ۵۰ در صد بوته‌ها در هر کرت به رنگ سبز- قهوه‌ای بودند و دانه‌ها در اثر فشردن بین انگشتان دست له نشده به‌راحتی می‌چرخیدند(۲). ارتفاع بوته، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه نیز برای هر واحد آزمایشی‌اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته از سطح زمین تا انتهای ساقه اصلی بوته‌ها به‌صورت تصادفی در چند محل از هر کرت‌اندازه‌گیری و میانگین آن برای آن کرت منظور گردید. به‌منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، سه ردیف وسط هر کرت برداشت، خرمن‌کوبی و بوجاری شد و سپس عملکرد دانه به‌صورت کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد، هنگام برداشت نهایی نیز تعداد ۱۰ بوته تصادفی از ردیف‌های وسط هر کرت آزمایشی و با رعایت حاشیه برداشت و سپس صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه در بوته برای هر کرت آزمایشی مورداندازه‌گیری قرار گرفت. درصد روغن دانه نیز با استفاده از روش سوکسله تعیین و عملکرد روغن در واحد سطح از طریق حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه در واحد سطح محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها و در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده گردید. به‌منظور بررسی روابط بین صفات نیز، ضرایب هم‌بستگی بین آنها محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری را بر صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی نداشتند، ولی تأثیر آنها بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در تیمارهای کودی مختلف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

جدول۲. میانگین و خطای استاندارد عناصر موجود در خاک محل آزمایش (متوسط ۶ نمونه)

عمق خاک (سانتی‌متر)	آهن (Fe) (mg/ kg)	روی (Zn) (mg/ kg)	منگنز (Mn) (mg/ kg)	نیتروژن (N) (٪)	فسفر (mg/ kg)	پتاسیم (mg/ kg)	ماده آلی (٪)
۰–۳۰	۸/۵ ±۰/۲۵	۲/۰± ۰/۰۴	۴/۹۰±۰/۱۳	۰/۰۵۰ ±۰/۰۰۱	۱۷/۴± ۰/۴۵	۲۱۵ ±۱۴	۰/۷۳ ±۰/۰۷
۳۰–۶۰	۶/۷± ۰/۴۵	۱/۴۱±۰/۱۸	۴/۶ ±۰/۰۹	۰/۰۴۶ ±۰/۰۰۳	۱۱/۵±۰/۴۳	۱۶۹ ±۲۵	۰/۶۷ ±۰/۰۸

جدول۳. نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه در بوته	عملکرد دانه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
تکرار	۲	۲۷/۲۸**	۰/۵۹ ns	۲/۰۱ ns	۶۷۶/۸۰**	۲۹۸۷۰/۷۵**	۰/۹۱ ns	۰/۰۲ ns	۲۳۴/۰۵**	۱۱۷۲۴۳۰ ns	۱۶/۵۹**	۱۲۹۱۰۱ ns
تیمار کودی (T)	۱۰	۲/ ۸۷ns	۳/۵۳ ns	۷/۲۵*	۲۴۷/۶۶*	۱۰۴۸/۴۵ ns	۷/۸۰ ns	۰/۱۲ ns	۹/۵۲ ns	۵۲۷۹۴۱ ns	۱۱/۴۶**	۸۴۸۲۶ ns
خطای a	۲۰	۲/۱۴	۲/۱۹	۲/۹۰	۹۹/۸۴	۹۲۶/۴۳	۸/۱۶	۰/۱۰	۹/۹۶	۳۸۰۰۳۱	۲/۷۰	۶۴۱۵۲
رقم (V)	۱	۲/۱۸ ns	۱۶۸۰/۱۴**	۰/۵۴ ns	۴۲۵/۶*	۳۴۵۰/۳۸ ns	۱۵۰/۶۷**	۶/۰۹**	۳۲/۳۱ ns	۴۹۸۱۴ ns	۳/۴۴ ns	۱۶۱۰۰ ns
V * T	۱۰	۱/۲۸ ns	۲/۱۰ ns	۱/۷۴ ns	۹۸/۰۸ ns	۷۲۵/۲۱ ns	۳/۹۲ ns	۰/۱۱*	۶/۶۳ ns	۲۲۹۲۳۱ ns	۱۳/۵۹*	۴۰۷۴۱ ns
خطای b	۲۲	۱/۲۷	۲/۰۱	۲/۴۵	۶۸/۶۸	۹۶۸/۱۶	۳/۴۲	۰/۰۴	۷/۷۴	۱۶۰۶۹۶	۵/۰۱	۳۰۱۶۶

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: معنی‌دار نمی‌باشد.

به‌ترتیب بین ۲۵۰/۳ تا ۲۵۳/۸ روز تغییرات نشان داد، به‌طوری‌که کمترین آن در تیمارهای کودی T۹ (NPK+Fe) و T۱۱ (NPK+Fe+Zn+Mn) و بیشترین آن در T۶(N+K) مشاهده گردید (جدول ۴). در مطالعات دیگر نیز استفاده ازعناصر غذایی دارای تأثیر معنی‌دار بر صفت تعداد روز تا رسیدگی بودند (۱۶) و استفاده از نیتروژن و فسفر در بعضی مناطق موجب تأخیر بسیار کم در رسیدگی کلزا شده است(۶). رقم زرفام به‌طور معنی‌داری زودتر از رقم اکاپی به مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی رسید، ولی از لحاظ تعداد روز تا رسیدگی تفاوتی نداشتند (جدول ۴).

ارتفاع بوته تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی و رقم قرارگرفت، ولی اثر متقابل بین آنها برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). کمترین ارتفاع بوته (۱۰۲/۸ سانتی‌متر) و بیشترین آن (۱۲۳/۴ سانتی‌متر) به‌ترتیب در تیمارهای کودی T۴ (K) و T۹ (NPK+Fe) مشاهده شد، ولی تنها تیمار کودی T۹ نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شد (جدول ۴). از لحاظ ارتفاع بوته نیز رقم زرفام به‌طور معنی‌داری میانگین بیشتری نسبت به رقم اکاپی داشت (جدول ۴). وجود تفاوت معنی‌دار از لحاظ ارتفاع بوته بین ارقام و هم‌چنین تأثیر معنی‌دار کودهای نیتروژنه بر ارتفاع بوته کلزا در بررسی‌های دیگر نیز گزارش شده است (۱۶).

اثر تیمارهای کودی بر صفت تعداد غلاف در بوته از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، ولی میانگین این صفت تغییرات نسبتاً زیادی را در بین تیمارهای کودی نشان داد، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین مقدار آن به‌ترتیب برابر ۸۹/۳ و ۱۳۳/۶ و به تیمارهای کودT۴ (K) وT۹ (NPK+Fe) تعلق داشت و تیمار شاهد نیز دارای میانگین تعداد غلاف در بوته برابر ۱۰۷/۷ بود (جدول ۴). ولی تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی بر تعداد غلاف در بوته در مطالعات دیگر مشاهده و استفاده از نیتروژن موجب افزایش تعداد غلاف در بوته کلزا شده است(۵ و ۱۶) که با نتایج این مطالعه تطابق ندارد. از لحاظ تعداد غلاف در بوته نیز تفاوت معنی‌داری بین دو رقم دیده نشد (جدول ۴).

از لحاظ تعداد دانه در غلاف تنوع زیاد و معنی‌داری بین تیمارهای کودی مشاهده نشد و دامنه تغییرات آن بین ۲۰/۸ تا ۲۴/۰ عدد بود (جدول ۴). مقایسه دو رقم نیز نشان داد که رقم اکاپی به‌طور معنی‌دار دارای تعداد دانه در غلاف بیشتری (۱۴/۸٪) نسبت به رقم زرفام بود (جدول ۴).

اثر رقم و اثر متقابل آن با تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۳) و رقم زرفام دارای میانگین وزن هزار دانه بیشتری نسبت به رقم اکاپی بود (جدول ۴). اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و ارقام برای وزن هزار دانه (جدول ۳) نشان داد که تیمارهای کودی T۲(N)، T۳(P)، T۴(K)، T۵(N+P) و T۶(N+K) نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش معنی‌دار این صفت در رقم اکاپی شدند و تیمار کودی T۸(NPK) کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه و افزایش غیر معنی‌دار تعداد دانه در غلاف را در رقم زرفام موجب شد (جدول ۵). تأثیر معنی‌دار استفاده از عناصر غذایی و هم‌چنین رقم بر وزن دانه کلزا در مطالعات دیگر نیز گزارش شده، به نحوی که استفاده از کود دارای فسفر(۱۳) و نیتروژن(۱۶) موجب افزایش وزن دانه شده و ارقام مختلف کلزا از لحاظ وزن هزار دانه دارای تفاوت معنی‌دار بوده‌اند (۱۶).

عملکرد دانه در بوته و در واحد سطح برای تیمارهای کودی به‌ترتیب بین ۷/۸۸ تا ۱۱/۷۸ گرم و ۱۴۱۴ تا ۲۴۶۸ کیلوگرم در هکتار متغیر بود و کمترین و بیشترین میانگین این دو صفت به‌ترتیب به تیمارهای کودی T۴(K) و T۹ (NPK+Fe) اختصاص داشت (جدول ۴)، به‌طوری‌که تیمار کودی T۹ نسبت به شاهد دارای ۴۳ درصد عملکرد دانه در واحد سطح بیشتر بود(جدول ۴). با توجه به این‌که تفاوت زیادی بین تیمار کودی T۸ (NPK) و شاهد از لحاظ عملکرد دانه نبود، به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در تیمار کودی NPK+Fe بیشتر به دلیل افزودن آهن به خاک باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اضافه نمودن عناصر غذایی P، K، Zn و Mn به خاک تأثیر معنی‌دار و زیادی برعملکرد دانه کلزا نداشت (جدول ۴). اضافه نمودن عناصر N و Fe به خاک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

جدول۴. میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف و ارقام اکاپی و زرفام

عامل آزمایشی	تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته(cm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰۰ دانه(g)	عملکرد دانه در بوته(g)	عملکرد دانه (Kg/ha)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن (Kg/ha)
تیمار کودی											
T_1	۱۰/۷	۱۸۱/۲	۲۵۲/۲ ab	۱۱۰/۶ bcd	۱۰۷/۷	۲۳/۲	۳/۸۴	۹/۷۳	۱۷۲۵	۳۹/۷ bcd	۶۸۱/۱
T_2	۱۱/۵	۱۸۰/۷	۲۵۲/۲ ab	۱۱۳/۶ abcd	۱۲۷/۱	۲۲/۶	۳/۹۲	۱۱/۱۲	۱۹۵۰	۴۱/۷ a	۸۱۶/۴
T_3	۱۱/۰	۱۸۱/۷	۲۵۳/۵ a	۱۰۴/۵ d	۱۰۲/۷	۲۰/۸	۴/۰۳	۸/۶۴	۱۶۰۹	۴۰/۵ ab	۶۴۷/۷
T_4	۱۰/۷	۱۸۱/۳	۲۵۲/۲ ab	۱۰۲/۸ d	۸۹/۳	۲۱/۴	۴/۱۶	۷/۸۸	۱۴۱۴	۳۷/۴ c	۵۲۵/۱
T_5	۱۱/۳	۱۷۹/۲	۲۵۲/۲ ab	۱۱۳/۲ abcd	۱۲۸/۷	۲۳/۳	۳/۸۷	۱۱/۵۵	۲۰۵۵	۳۸/۰ cde	۷۸۳/۵
T_6	۱۲/۵	۱۸۱/۸	۲۵۳/۸ a	۱۰۸/۹ cd	۱۰۴/۲	۲۲/۸	۴/۰۲	۹/۵۷	۱۷۶۲	۴۰/۶ ab	۷۱۸/۱
T_7	۱۰/۸	۱۸۰/۸	۲۵۲/۲ ab	۱۱۰/۶ bcd	۱۲۲/۳	۲۳/۵	۳/۷۶	۱۰/۹۰	۱۷۰۶	۳۸/۹ cde	۶۶۸/۹
T_8	۱۰/۲	۱۸۱/۵	۲۵۳/۰ a	۱۱۱/۷ abcd	۱۱۹/۰	۲۱/۴	۳/۷۲	۸/۹۶	۱۸۵۱	۳۹/۴ bcd	۷۳۰/۲
T_9	۱۱/۵	۱۸۰/۲	۲۵۰/۳ b	۱۲۳/۴ a	۱۳۳/۶	۲۳/۲	۳/۷۵	۱۱/۶۸	۲۴۶۸	۳۹/۸ abc	۹۸۳/۳
T10	۱۰/۳	۱۸۰/۷	۲۵۱/۸ ab	۱۱۸/۵ abc	۱۱۰/۸	۲۰/۸	۳/۸۹	۹/۰۲	۲۲۲۲	۳۷/۷ de	۸۳۷/۶
T11	۱۱/۸	۱۸۰/۵	۲۵۰/۳ b	۱۲۱/۳ ab	۱۱۵/۷	۲۴/۰	۳/۷۲	۱۰/۱۱	۲۰۳۴	۳۷/۹ cde	۷۷۴/۶
LSD(٪۵)	×–	–	۲/۱	۱۲/۰	–	–	-	–	-	۲/۰	-
رقم											
اکاپی	۱۱/۳	۱۸۵/۹ a	۲۵۲/۲	۱۱۰/۱ b	۱۰۷/۴	۲۴/۰ a	۳/۵۷ b	۹/۲۲	۱۸۶۳	۳۹/۰ a	۷۲۶/۸
زرفام	۱۰/۹	۱۷۵/۸ b	۲۵۲/۱	۱۱۵/۲ a	۱۲۱/۹	۲۰/۹ b	۴/۱۸ a	۱۰/۶۲	۱۹۱۸	۳۹/۵ a	۷۵۸/۰
LSD(٪۵)	–	۰/۷	–	۴/۲	–	۰/۹	۰/۱۰	–	-	۱/۱	–

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

× : آزمون LSD برای عاملی انجام شد که مقدار F آن در تجزیه واریانس معنی‌دار بود.

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

جدول۵. میانگین‌های اثر متقابل تیمارهای کودی و ارقام برای صفات وزن هزار دانه و در صد روغن دانه

رقم		تیمارهای کودی										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
اکاپی	وزن هزار دانه(گرم)	۳/۳۸	۳/۸۲	۳/۷۸	۳/۷۶	۳/۷۲	۳/۸۲	۳/۴۷	۳/۵۲	۳/۲۹	۳/۵۰	۳/۲۸
	روغن دانه (٪)	۳۸/۶۹	۴۱/۲۸	۴۰/۲۹	۴۰/۷۳	۳۹/۴۳	۴۰/۸۵	۳۸/۴۹	۳۸/۶۲	۳۹/۰۹	۳۵/۸۶	۳۵/۸۲
زرفام	وزن هزار دانه(گرم)	۴/۳۱	۴/۰۲	۴/۲۸	۴/۵۶	۴/۰۲	۴/۲۱	۴/۰۶	۳/۹۲	۴/۲۰	۴/۲۸	۴/۱۶
	روغن دانه (٪)	۴۰/۷۰	۴۲/۱۹	۴۰/۷۱	۳۴/۱۲	۳۶/۶۶	۴۰/۲۸	۳۹/۳۰	۴۰/۲۰	۴۰/۵۲	۳۹/۶۰	۳۹/۹۴

مقدار LSD در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌های اثر متقابل وزن هزار دانه و در صد روغن به ترتیب برابر ۰/۳۴ و ۳/۷۹ می‌باشد.

به‌ترتیب موجب افزایش۱۳و۳۳ درصد عملکرد دانه گردید که از لحظ آماری معنی‌دار نبود(جدول ۴)، ولی این افزایش از لحاظ اقتصادی قابل توجه است. عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و ارقام برای عملکرد دانه در بوته و در واحد سطح (جدول۳) نشان داد که تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه هر دو رقم یکسان بوده است. دو رقم مورد مطالعه از لحاظ عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح تفاوت معنی‌داری با یگدیگر نداشتند و عملکرد دانه ارقام اکاپی و زرفام به‌ترتیب برابر ۱۸۶۳ و ۱۹۱۸ کیلوگرم در هکتار بود. اثر افزودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به خاک بستگی به ویژگی‌های خاک دارد و تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۱۶)، به‌طوری‌که در مطالعات دیگر نیز تأثیر استفاده از کودها بر عملکرد دانه متفاوت بوده است. به‌عنوان مثال در یک مطالعه استفاده هم‌زمان از کودهای N و P و S تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه کلزا نداشته (۹) ولی افزایش عملکرد دانه ناشی از مصرف کودهای دارای N و یا P در بعضی مطالعات (۵، ۶، ۱۱، ۱۳ و ۱۶) گزارش شده است.

تأثیر تیمارهای کودی بر درصد روغن دانه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بر اساس متوسط دو رقم، استفاده از N به تنهایی (تیمار کودی T۲) موجب افزایش معنی‌دار درصد روغن دانه گردید و بقیه تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری را بر این صفت نداشتند. در بعضی مطالعات دیگر نیز استفاده از کود نیتروژن موجب افزایش (۹) و یا کاهش (۵، ۱۰ و ۱۶) معنی‌دار درصد روغن دانه در کلزا شده است. معنی‌دار بودن اثر متقابل بین تیمارهای کودی و ارقام برای درصد روغن (جدول ۳) نشان داد که در رقم اکاپی تأثیر تیمارهای کودی معنی‌دار نبود، ولی در رقم زرفام دو تیمار کودی K وNP موجب کاهش معنی‌دار درصد روغن گردید(جدول۵). در یک بررسی دیگر استفاده از کودهای دارای N و P در اکثر مناطق مورد بررسی تأثیر معنی‌دار بر درصد روغن دانه کلزا نداشته و فقط در یک منطقه موجب افزایش آن شده است (۹). وجود اثر متقابل معنی‌دار بین ارقام و استفاده از کودهای شیمیایی در مطالعات دیگرنیز گزارش شده است (۲۰).

عملکرد روغن در تیمارهای کودی بین ۵۲۵/۱ تا ۹۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار متغیر بود و کمترین و بیشترین آن به‌ترتیب به تیمارهای کودی T۴ (K) و T۹ (NPK+Fe) تعلق داشت. تیمار کودی T۴ کمترین عملکرد دانه و درصد روغن دانه را نیز به خود اختصاص داد(جدول ۴)، ولی تیمار کودی T۹ از درصد روغن بالا و حداکثر عملکرد دانه برخوردار بود. به‌طور کلی تیمارهای کودی N، NPK و NPK+Fe موجب ۲۰، ۷ و۴۴ درصد افزایش عملکرد روغن گردید (جدول ۴). با توجه به این‌که NPK+Fe نسبت به NPK موجب ۳۵٪ افزایش عملکرد روغن گردید، به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد روغن در تیمار کودی NPK+Fe بیشتر ناشی از مصرف Fe باشد و انتظار می‌رود اضافه کردن N و Fe به خاک موجب افزایش عملکرد دانه و نهایتاً عملکرد روغن گردد. عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و ارقام برای عملکرد روغن (جدول ۳) نشان داد که عملکرد روغن در هر دو رقم به نحو نسبتاً یکسان تحت تأثیر تیمارهای کودی قرارگرفته است. در مطالعات دیگر نیز استفاده از عناصر غذایی مختلف از جمله S (۱۰و۱۲)، N (۶ و۱۰) و P (۱۱، ۱۳و ۱۵) موجب افزایش عملکرد روغن در کلزا شده است.

تراکم بوته مناسب و عملکرد دانه در بوته تعیین کننده عملکرد دانه در واحد سطح در کلزا می‌باشند (۷) و نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه دارای تأثیر معنی‌دار و به‌ترتیب دارای اهمیت در تبیین تنوع مربوط به عملکرد دانه بودند، به‌طوری‌که این سه جزء عملکرد به‌ترتیب وارد مدل رگرسیون شدند و ۸۱٪، ۳٪ و ۱۵٪ از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه کردند. ضرایب هم‌بستگی بین صفات (جدول ۶) نیز نشان داد که هم‌بستگی بین تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه در بوته بسیار بالا (r = ۰/۹۶**) و مهم‌ترین جزء عملکرد می‌باشد. در مطالعه دیگری نیز تغییرات عملکرد دانه در کلزا ناشی از تغییر در تعداد انشعاب و غلاف در بوته گزارش شده و تعداد غلاف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

جدول۶. ضرایب هم‌بستگی بین صفات مختلف

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱- تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن										
۲- تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۰/۰۹									
۳- تعداد روز تا رسیدگی	۰/۰۳	۰/۱۱								
۴- ارتفاع بوته	۰/۳۳**	-۰/۳۱*	-۰/۵۴**							
۵- تعداد غلاف در بوته	۰/۴۵**	-۰/۱۹	-۰/۲۶*	۰/۵۵**						
۶- تعداد دانه در غلاف	۰/۱۹	۰/۴۶**	-۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۱					
۷- وزن هزار دانه	-۰/۱۳	-۰/۶۷**	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۰۴	-/۶۵**				
۸- عملکرد دانه در بوته	۰/۴۲**	-۰/۲۲	-۰/۲۸*	۰/۵۵**	۰/۹۶**	۰/۱۷	۰/۰۹			
۹- عملکرد دانه	۰/۱۲	-۰/۱۳	-۰/۲۹*	۰/۵۹**	۰/۴۶**	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۵۰**		
۱۰- درصد روغن دانه	-۰/۰۳	-۰/۰۸	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۰/۰۰	-۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۲	
۱۱- عملکرد روغن	۰/۱۲	-۰/۱۵	-۰/۲۸*	۰/۵۶**	۰/۴۵**	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۵۰**	۰/۹۷**	۰/۲۲

* و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

در بوته جز اصلی عملکرد (۵، ۷ و ۱۶) و تعداد دانه در غلاف نیز از دیگر اجزای مهم عملکرد دانه در بوته در کلزا معرفی شده است (۷).

درصد روغن دانه با هیچ‌کدام از صفات از جمله عملکرد دانه هم‌بستگی معنی‌داری نشان نداد (جدول ۶)، و لذا تغییرات بقیه صفات از جمله عملکرد دانه بردرصد روغن تأثیری نداشته است. عملکرد روغن هم‌بستگی بسیار بالا و معنی‌داری را با عملکرد دانه نشان داد (r =۰/۹۷**)، ولی ضریب هم‌بستگی آن با درصد روغن دانه معنی‌دار نبود (r = ۰/۲۲)، لذا تغییرات عملکرد روغن اساساً مربوط به تغییرات عملکرد دانه بوده است که با نتایج دیگر مطالعات کاملاً در تطابق است(۱۰).

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از عناصر غذایی P، K، Zn و Mn موجب کاهش غیر معنی‌دار عملکرد روغن شد، ولی استفاده از کودهای دارای N و Fe موجب افزایش درصد روغن و یا عملکرد دانه و نهایتاً عملکرد روغن گردید. در مطالعات دیگر نیز بر اهمیت استفاده از کود نیتروژن‌دار جهت افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا تاکید شده است و دلیل آن این طور بیان شده که استفاده از N موجب تحریک رشد گیاه، افزایش سطح برگ در جامعه گیاهی و تأخیر در پیری برگ‌ها و نهایتاً افزایش تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در کلزا می‌شود (۷، ۱۴، ۱۶ و۱۹). با توجه به این‌که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بستگی به منطقه دارد و تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۱۶)، لذا استفاده از کودهای دارای N و Fe در شرایط اقلیمی و خاکی مشابه با منطقه جهت افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از یک پروژه ملی در قالب پروژه‌های تحقیقات ویژه توسعه کشور (توتک) با شماره ثبت ۲۱۲۵۵ است و بدین‌وسیله از شورای پژوهش‌های علمی کشور و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و هم‌چنین از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌دلیل فراهم نمودن زمینه انجام این پژوهش بسیار سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. خلد برین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. *تغذیه معدنی گیاهان عالی* (ترجمه). جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز.

۲. خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۷. *تولید نباتات صنعتی*. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. کریمی، م. ۱۳۶۶. *آب و هوای منطقه مرکزی ایران*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

4. Chaudhry, A. U. and M. Sarwar. 1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pak. J. Bio. Sci. 2:242-243.
5. Cheema, M.A., M.A. Malik, A. Hussain, S.H. Shah and S.M.A. Basra. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorous application on the growth and the seed and oil yields of Canola (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 186:103-110.
6. Christensen, J.V., W.G. Legge, R.M. Depauw, A.M.F. Hennig, J.S. McKenzie, B. Siemens and J.B. Thomas. 1985. Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapeseed in northwest Alberta. Can. J. Pl. Sci. 65: 275-284.
7. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Field Crops Res. 67: 35-49.
8. Gramshaw, D. and F.C. Crofts. 1969. Effects of seeding rate and nitrogen fertilizer on production of autumn sown rape (*Brassica napus* L.) on the central tablelands of New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 9:350-356.
9. Hocking, P.J., J.A. Mead, A.J. Good and S.M. Diffey. 2003. The response of canola (*Brassica napus* L.) to tillage and fertilizer placement in contrasting environments in southern NSW. Aust. J. Exp. Agric. 43(11):1323-1335.
10. Jackson, G.D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agron. J. 92:644-649.
11. Lewis, D.C., T.D. Potter, S.E. Weckert and I.L. Grant. 1987. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on the seed yield and oil concentration of oilseed rape (*Brassica napus* L.) and the prediction of responses by soil tests

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]

and past paddock use. Aust. J. Exp. Agric. 27(5):713-720.
12. Malhi, S.S. and K.S. Gill. 2002. Effectiveness of sulphate-S ferilization at different growth stages for yield, seed quality and S uptake of canola. Can. J. Plant Sci. 82:665-674.
13. Masood, M., I.H. Shamsi and N. Khan. 2003. Impact of row spacing and fertilizer levels (Diammonium Phosphate) on yield and yield components of canola. Asian J. Plant Sci. 2(6):454-456.
14. Ogunlela, V.B., A. Kullmann and G. Geisler. 1990. Nitrogen distribution and dry matter accumulation in oilseed rape (*Brassica napus* L.) as influenced by N nutrition. J. Agron. Crop Sci. 164:321-333.
15. Osborn, G.J. and G.D. Batten. 1978. Yield oil and protein content of oilseed rape as affected by soil and fertilizer nitrogen and phosphorus. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 18:107-111.
16. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Eur. J. Agron. 19:453-463.
17. Scheiner, J.D., F.H. Gutierrez-Boem and R.S. Lavado. 2002. Sunflower nitrogen requirment and ^{15}N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. Eur. J. Agron. 17:73-79.
18. Smith, C.J., G.C. Wright and M.R. Woodroofe. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) production in South-Eastern Australia.. Irrig. Sci. 9(1):15-25.
19. Wright, G.C., C.J., Smith and M.R. Woodroofe. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) producrion in south-eastern Australia. Irrig. Sci. 9:1-13.
20. Xue, J. M. Lin, R.W. Bell, R.D. Graham, X. Yang and Y. Yang. 1998. Differential response of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars to low boron supply. Plant and Soil 204(2):155-163.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.7.9]